

การพัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

Development of Remote-Controlled Sumo Robot using Wireless Technology

ณัฐพงศ์ พลสม^{1*} และสาริส อุทัยเรือง²

Nuttapong ponsayom^{1*} and sarat utaireung²

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม^{1*,2}

Faculty of Information Technology at Rajabhat MahaSarakhm University^{1*,2}

E-Mail: nuttapong.po@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย 2) ประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย 3) ศึกษาความพึงพอใจหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เทคโนโลยีแบบไร้สาย จำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย กลุ่มที่ 2 คือ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 10 คน เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้หุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) หุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย 3) แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย พบว่า องค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 รีโมทควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ประกอบด้วย (1) ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดของตัวรีโมท (2) ส่วนควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์ (3) ส่วนควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้านฮาร์ดแวร์ และด้านซอฟต์แวร์ประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยมอเตอร์ 2 ตัว, มอเตอร์ไดรฟ์ 2 ตัว, บอร์ด ESP8266 , receiver แบตเตอรี่ lipo 12v (2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย Arduino IDE 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก และ 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจผู้ใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ซูโม่, รีโมทบังคับไร้สาย, เทคโนโลยีไร้สาย

Abstract

The purpose of this study were 1) to develop the remote controlled sumo robot with wireless technology, 2) to assess suitability of the remote controlled sumo robot with wireless technology, 3) to study satisfaction of user for the remote controlled sumo robot with wireless

technology. The target groups were divided into two groups were ; The first group is experts in robotics, embedded technology and wireless technology, 3 people to assess suitability of the remote controlled sumo robot with wireless technology. The second group is Computer and Communication Technology Student Faculty of Information Technology Mahasarakham Rajabhat University, 10 people to To evaluate the quality of the remote-controlled sumo robot with wireless technology. The tools of this research were 1) the remote-controlled sumo robot with wireless technology, 2) the quality assessment form and 3) User satisfaction questionnaire of the remote-controlled sumo robot with wireless technology. Statistics used were arithmetic mean, percentage and standard deviation.

The research findings showed that the development of the remote controlled sumo robot with wireless technology consists of 2 main parts: Part 1, the remote controlled sumo robot with wireless technology including 1) control on/off of Remote 2) control Robot's speed 3) control Robot's direction . Part 2, the structure elements of the remote-controlled sumo robot with wireless technology, Hardware and The software consists of 1) hardware accessories: 2 motors, 2 motor drivers, ESP8266 board, 12v lipo battery receiver 2) software accessories: Arduino IDE. 2) the result of evaluate the suitability of the remote-controlled sumo robot with wireless technology found that the assessment of the experts were at a high level. And 3) The results of the study on user satisfaction of the remote-controlled sumo robot with wireless technology found that the assessment of the students were at a high level.

Keywords: sumo robot , wireless remote control, wireless technology,

บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้จัดการแข่งขันหุ่นยนต์ซูโม่ BRU SUMO BATTLE ทางสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงมีความสนใจส่งนักศึกษาเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ซูโม่ ซึ่งกติกาและกฎข้อบังคับในการแข่งขัน คือ หุ่นยนต์พยายามที่จะผลักดันซึ่งกันและกันออกจากวงกลม ในลักษณะคล้ายกับการเล่นกีฬาของซูโม่ หุ่นยนต์ที่ใช้ในการแข่งขันนี้จะเรียกว่า sumobots ขนาดของหุ่นยนต์ 25 x 25 เซนติเมตร สูงไม่จำกัด และต้องใส่ลงในกล่องขนาดภายใน 25 x 25 เซนติเมตรที่ทางกรรมการเตรียมไว้ได้ ก่อนการแข่งขัน มีน้ำหนักรวมก่อนลงสนามแข่งขันไม่เกิน 3 กิโลกรัม (รวมชิ้นส่วน, แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนหุ่นยนต์ทั้งหมด) ขนาดของสนามโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร มีเส้นรอบวงเป็นแถบสีขาว กว้าง 2.5 เซนติเมตร โดยแถบสีขาวนั้นจะต้องอยู่ภายในวงกลม ภายใน วงกลมเป็นพื้นสีดำสนิท เรียบแข็ง ไม่มันวาว สีที่ใช้ในสนามนั้นจะต้องไม่เป็นสีที่สะท้อนแสงอินฟราเรดหรือ สะท้อนรังสีอัลตราไวโอเล็ต ตลอดจนหมึกจำพวก [1]

สืบเนื่องจากทางสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้เข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ซูโม่ จึงพบปัญหาที่เกิดขึ้น คือการควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งมีตัวกลางเป็นสัญญาณ wifi ทำให้มี

สัญญาณรบกวนในการบังคับหุ่นยนต์ซูโม่มากพอสมควร ทางผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนาการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับด้วยรีโมทแบบไร้สาย ในการสั่งการเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ให้ทำงานตามคำสั่ง

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพัฒนาการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ด้วยรีโมทแบบไร้สาย เพื่อเป็นการต่อยอดพัฒนาให้หุ่นยนต์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีความเสถียรสูง และแรงดันที่มากขึ้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และถอยหลังได้อย่างอิสระ

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย
- 1.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย
- 1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจผู้ใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพศิน ลุนบง , ญัฐพงศ์ พลสยาม [2] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ บังคับด้วยสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่า สามารถใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อโดยหุ่นยนต์สามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ได้โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล

ญัฐชัย กัดโธสง , ญัฐพงศ์ พลสยาม [3] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย สามารถใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อได้ ให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล 2. ผลการประเมินคุณภาพของการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย รวมทั้งหมดทุกด้านอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, SD. = 0.48) 3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, SD. = 0.50)

อรพดี จูณิม [4] กล่าวถึง เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติว่าได้เข้ามามีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตของมนุษย์มากขึ้นในยุคเศรษฐกิจแบบดิจิทัล ในบทความนี้จะขอยกตัวอย่างหุ่นยนต์ทางการแพทย์ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างทางสังคมซึ่งในปัจจุบันประชากรโลกได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับประเทศไทยนั้นกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) การเพิ่มขึ้นของประชากรชราลงแต่ผู้สูงอายุกลับเพิ่มเร็วขึ้นทำให้มีจำนวนประชากรที่ต้องการการดูแลมากขึ้น ซึ่งยุคดิจิทัลทำให้กระแสสังคมมุ่งเน้นที่คุณภาพชีวิต คนเราไม่ยอมเจ็บ ยอมแก่ เพราะฉะนั้นกิจการหรือธุรกิจ บริการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุจะกลายเป็นธุรกิจที่ทำเงินได้ดีในอนาคต โดยหุ่นยนต์ทางการแพทย์จะเข้ามามีบทบาทสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการรักษาการฟื้นฟู หรือการผ่าตัด

บัณฑิต แก้วภูมิแห่ และธีรพงศ์ สุริโย [5] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบดูแลการเจริญเติบโตผักอัตโนมัติในแปลงเกษตรกางมุ้ง (กรณีศึกษาผักคะน้า) เป็นตัวควบคุมความชื้น ผลการวิจัย พบว่าระบบชุดเซนเซอร์วัดความชื้นและแร่ธาตุ NPK ในดินแบบไร้สาย มีคุณภาพเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 3.91, S.D. = 0.52)

นคร สีนาค และนายอรรถพล วงศ์มัตย์ [6] ได้วิจัยเรื่อง แบบจำลองลานจอดรถอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบควบคุมช่องทางและจัดการช่องจอดรถ ด้วยเทคโนโลยี RFID (ลานจอดรถ

อัจฉริยะ) สามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ซึ่งสามารถสั่งการ Buzzer ทาหน้าที่ส่งเสียงเตือนผู้ใช้งาน แล้วเซอร์โวมอเตอร์ทำงาน ส่งผลให้ไม้กั้นเปิด-ปิดลงในเวลาที่กำหนด และในการจัดการช่องจอดรถ จะใช้ LED แสดงช่องจอดโดยมี Ultrasonic Sensor Module ควบคุม 2) ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมช่องทางและจัดการช่องจอดรถ ด้วยเทคโนโลยี RFID (ลานจอดรถอัจฉริยะ) โดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. = 0.51) และ 3) ผลการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาระบบควบคุมช่องทางและจัดการช่องจอดรถ ด้วยเทคโนโลยี RFID (ลานจอดรถอัจฉริยะ) โดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.46, S.D. = 0.60)

ณัฐพงศ์ พลสมย [7] ได้วิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตออฟฟิศด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว พบว่า ผลการยอมรับคู่มือบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ อยู่ในระดับมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะ คู่มือการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตออฟฟิศด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ที่พัฒนาขึ้นเพราะ คู่มือการบริหารจัดการมีขั้นตอนชัดเจนและการออกแบบผังห้องปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตออฟฟิศด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวออกแบบได้ตรงตามองค์ประกอบการจัดห้องเรียน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้โดยง่าย โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

บุญสืบ โพธิ์ศรี และเจษฎาพร สินจนวัตร [8] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาหุ่นยนต์สำรวจวัตถุระเบิดใต้ท้องรถยนต์ พบว่า ว่าหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งด้านหน้าด้านหลัง ด้านซ้าย และด้านขวาส่วนตัวกล้องที่ติดอยู่กับหุ่นยนต์ปรับหมุนขึ้นลงได้ในส่วนของจอภาพที่ติดอยู่กับรีโมทคอนโทรลเลอร์นั้นภาพแสดงได้เป็นปกติมีความคมชัดระบบอินฟราเรดสามารถใช้งานได้เป็นปกติและเมื่อนำไปทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรเมืองสมุทรสาครเพื่อหาความพึงพอใจที่มีต่อหุ่นยนต์สำรวจใต้ท้องรถยนต์พบว่าทุกด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการใช้งาน รองลงมาเป็นด้านการเคลื่อนที่และด้านโครงสร้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 หุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย
- 1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

2. กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ อาจารย์ที่สอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีประสบการณ์ ด้านการพัฒนาหุ่นยนต์ การควบคุมผ่านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์แบบไร้สายและเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย คัดเลือกแบบเจาะจง

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่พัฒนาด้านเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว จำนวน 10 คน คัดเลือกแบบเจาะจง

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการตามหลักการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และพัฒนา ADDIE Model 5 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์ความต้องการในแต่ละด้าน เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบไร้สาย ด้วยเทคโนโลยีไร้สาย จึงพบว่ามีการควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งมีตัวกลางเป็นสัญญาณ wifi ทำให้มีสัญญาณรบกวนในการบังคับหุ่นยนต์ซูโมมากพอสมควร ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงรวบรวมปัญหา เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ให้สามารถควบคุมการทำงานด้วยเทคโนโลยีไร้สายได้อย่างถูกต้อง โดยกำหนดผลที่คาดหวัง จุดประสงค์การศึกษา และการวัดและประเมินผล

3.2 ขั้นตอนออกแบบ (Design) ดำเนินการออกแบบกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบไร้สาย ด้วยเทคโนโลยีไร้สาย โดยวิเคราะห์รายละเอียด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.2.1 ส่วนของการออกแบบกลไกโครงสร้างตัวรถหุ่นยนต์ซูโม ออกแบบให้ตรงตามขนาดที่กติกา กำหนดและให้ดูแข็งแรง และน้ำหนักตัวหุ่นยนต์ต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 3 กิโลกรัม

3.2.2 ส่วนของตัวรีโมทในการรับส่งค่าควบคุมหุ่นยนต์ซูโม ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ซูโมนั้นได้ใช้ ESP8266 ทำงานร่วมกับ receiver เป็นตัวควบคุมการทำงาน ซึ่งการที่จะให้ ทำงานร่วมกับ receiver จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับรับคำสั่งไว้บนตัว ESP8266 ก่อน โดยภาษาที่ใช้พัฒนานั้นจะเป็นภาษา C++ ใช้โปรแกรม Arduino IDE เป็นตัวคอมไพล์หรือแปลโปรแกรมภาษา C/C++ ให้เป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ ESP8266 ทำงานร่วมกับ receiver สามารถอ่านค่าและทำงานตามโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้

3.3 ขั้นพัฒนา (Development) ดำเนินการพัฒนาส่วนของกลไกโครงสร้างตัวรถหุ่นยนต์ซูโม ออกแบบให้ตรงตามขนาดที่กติกา กำหนดและให้ดูแข็งแรง และน้ำหนักตัวหุ่นยนต์ต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 3 กิโลกรัม ส่วนของตัวรีโมทในการรับส่งค่าควบคุมหุ่นยนต์ซูโม ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ซูโมนั้นได้ใช้ ESP8266 ทำงานร่วมกับ receiver เป็นตัวควบคุมการทำงาน

3.4 ขั้นทดลองใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้นำหุ่นยนต์ซูโมบังคับด้วยรีโมทแบบไร้สายไปทดลองใช้งาน เพื่อทดสอบโค้ดคำสั่งว่าทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น และทดสอบการวิ่งของหุ่นยนต์ซูโมบังคับด้วยรีโมทแบบไร้สาย เพื่อหาข้อผิดพลาดก่อนจะนำไปประเมินกับผู้เชี่ยวชาญ

3.5 ขั้นประเมินผล Evaluation (การประเมินผล) ผู้วิจัยได้นำหุ่นยนต์ซูโมบังคับด้วยรีโมทแบบไร้สายไปประเมินความพึงพอใจ และประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโมตามคุณลักษณะที่ได้กำหนดไว้

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [3]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า มาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า น้อย

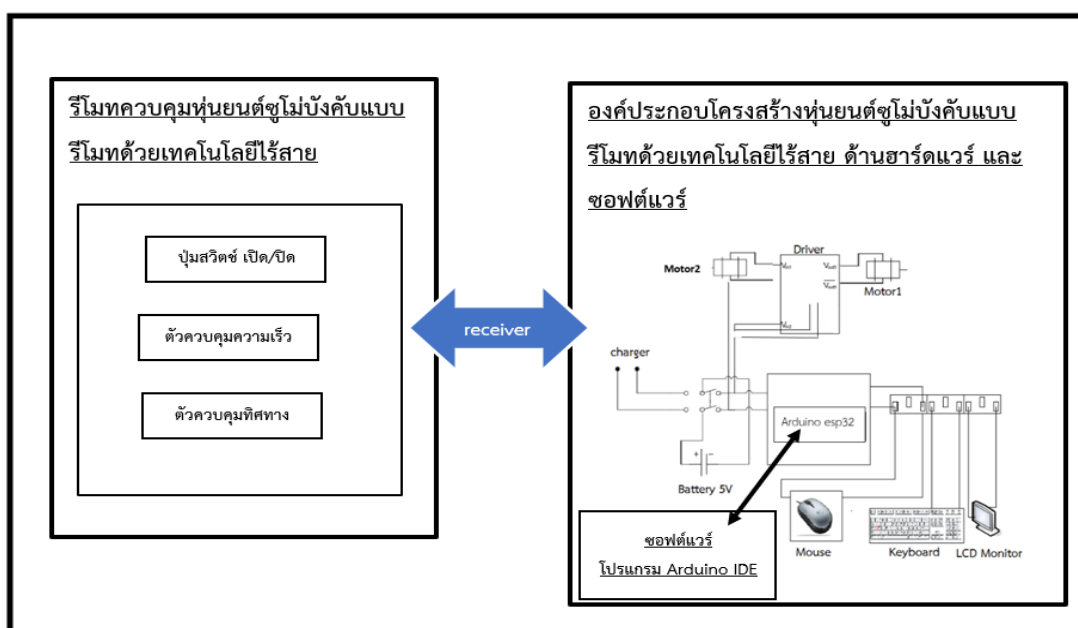
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

1.1 ผลการออกแบบองค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบองค์ประกอบของหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ตามขั้นตอนการวิจัยที่ได้ออกแบบไว้ โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์ มาจัดทำองค์ประกอบของการพัฒนาหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย แสดงดังภาพที่ 1

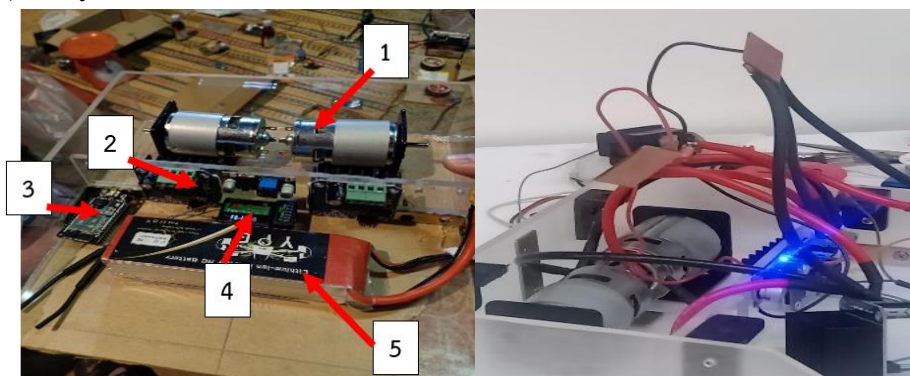


ภาพที่ 1 องค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

จากภาพที่ 3 องค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สายประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 รีโมทควบคุมหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ประกอบด้วย 1) ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดของตัวรีโมท 2) ส่วนควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์ 3) ส่วนควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย มอเตอร์ 2 ตัว, มอเตอร์ไดรฟ์ 2 ตัว, บอร์ด ESP8266 , receiver แบตเตอรี่ lipo 12v 2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย Arduino IDE

1.2 ผลการพัฒนาหุ่นยนต์ซูโมบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย พบว่า ส่วนที่ 1 การรับส่งคำสั่งผ่านรีโมทแบบไร้สายตามคำสั่งในการเขียนโค้ดคำสั่งกำหนดปุ่มควบคุมจากรีโมทส่งสัญญาณ ไปยัง receiver แล้วเข้าไปยังตัว บอร์ด ESP8266 ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรับส่งสัญญาณได้อย่างแม่นยำ แสดงดังภาพที่ 2

ส่วนที่ 1 หุ่นยนต์ซูโม่บังคับด้วยรีโมทแบบไร้สาย



ภาพที่ 2 หุ่นยนต์ซูโม่บังคับด้วยรีโมทแบบไร้สาย

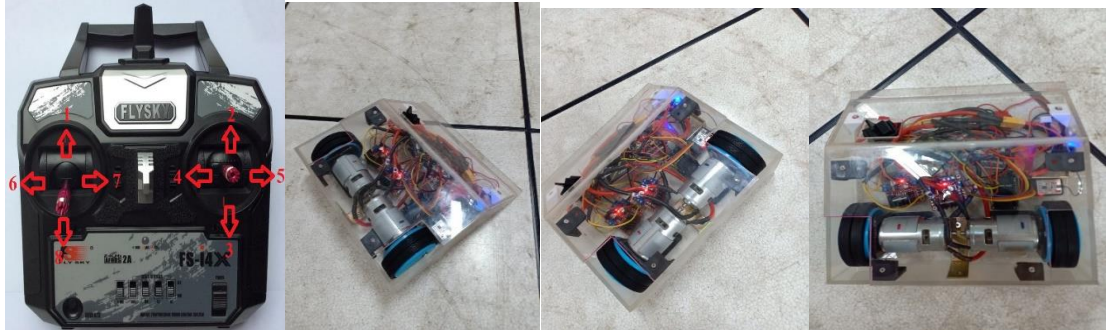
ในส่วนของหมายเลข 1 คือ มอเตอร์ 2 ตัวที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย หมายเลข 2 คือ มอเตอร์ไดรฟ์ที่ใช้แปลงกำลังจากตัวมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว เพื่อให้มีแรงดันที่เพิ่มมากขึ้นและใช้ในการเขียนโค้ดควบคุมคำสั่งจากตัวบอร์ด ESP8266 หมายเลข 3 คือ บอร์ด ESP8266 ใช้ในการเขียนโค้ดควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย หมายเลข 4 คือ receiver ที่ใช้รับสัญญาณจากตัวรีโมท หมายเลข 5 แบตเตอรี่ lipo 12v

ส่วนที่ 2 การกำหนดค่าการทำงานของรีโมทแบบไร้สายในการเชื่อมต่อกับตัว receiver



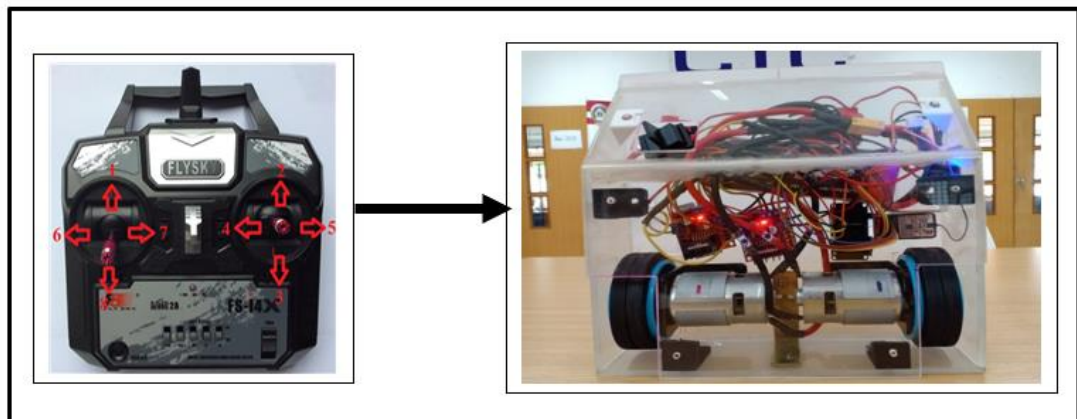
ภาพ 3 ภาพแสดงวิธีควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับด้วยรีโมทแบบไร้สาย

หมายเลข 1 เลื่อนคันโยกขึ้นเป็นการส่งค่า PWM, หมายเลข 2 เลื่อนคันโยกขึ้นเป็นการสั่งให้เดินหน้า, หมายเลข 3 เลื่อนคันโยกลงเป็นการสั่งให้ถอยหลัง, หมายเลข 4 เลื่อนคันโยกไปทางซ้ายเป็นการสั่งให้เลี้ยวซ้าย, หมายเลข 5 เลื่อนคันโยกไปทางขวาเป็นการสั่งให้เลี้ยวขวา, หมายเลข 6 เลื่อนคันโยกไปทางซ้ายเป็นการสั่งให้หมุนซ้าย, หมายเลข 7 เลื่อนคันโยกไปทางขวาเป็นการสั่งให้หมุนขวา, หมายเลข 8 เลื่อนคันโยกลงเป็นการหยุดส่งค่า PWM ภาพที่ 4 การแสดงการรับส่งคำสั่งผ่านรีโมทแบบไร้สายตามคำสั่ง

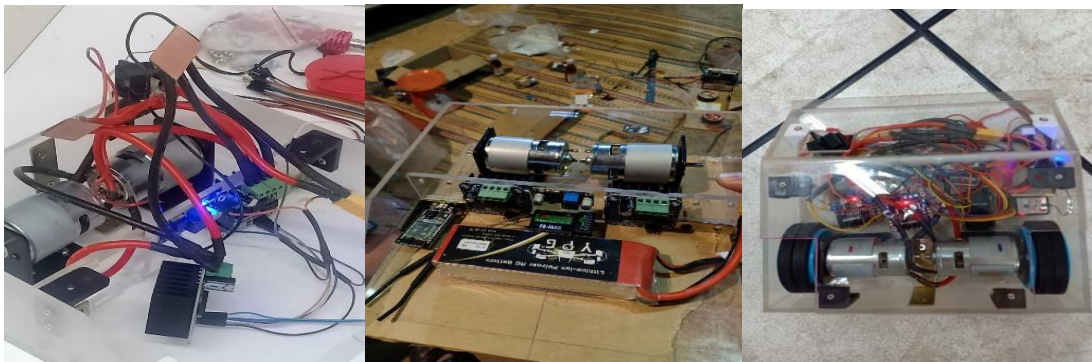


ภาพที่ 4 แสดงการรับส่งคำสั่งผ่านรีโมทแบบไร้สายตามคำสั่ง

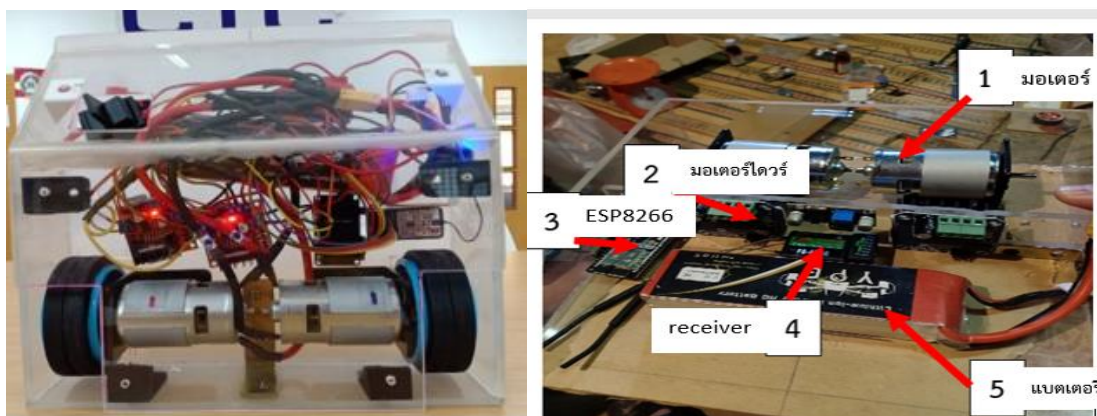
ส่วนที่ 2 องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ส่วนของตัวรีโมทในการรับส่งค่าควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ซูโม่ นั้นได้ใช้ ESP8266 ทำงานร่วมกับ receiver เป็นตัวควบคุมการทำงาน ซึ่งการที่จะให้ ทำงานร่วมกับ receiver จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับรับคำสั่งไว้บนตัว ESP8266 ก่อน โดยภาษาที่ใช้พัฒนานั้นจะเป็นภาษา C++ ใช้โปรแกรม Arduino IDE เป็นตัวคอมไพล์หรือแปลโปรแกรมภาษา C/C++ ให้เป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ ESP8266 ทำงานร่วมกับ receiver สามารถอ่านค่าและทำงานตามโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้ แสดงดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5 ภาพรวมการทำงานของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย



ภาพที่ 6 โครงสร้างด้านในของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย



ภาพที่ 7 แสดงองค์ประกอบของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย





ภาพที่ 8 บรรยากาศการแข่งขันหุ่นยนต์ซูโม่ BRU SUMO BATTLE

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

ผู้วิจัยได้นำหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สายที่พัฒนาขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดัง

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
องค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย			
1. ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดของตัวรีโมท	4.33	0.55	มาก
2. ส่วนควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์	4.21	0.34	มาก
3. ส่วนควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์	4.67	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.40	0.44	มาก
องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย			
ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์			
ด้านฮาร์ดแวร์			
1. มอเตอร์ 2 ตัวใช้ควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย	4.67	0.58	มากที่สุด
2. มอเตอร์ไดรเวอร์ที่ใช้แปลงกำลังจากตัวมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว เพื่อให้มีแรงดันที่เพิ่มมากขึ้นและใช้ในการเขียนโค้ดควบคุมคำสั่งจากตัวบอร์ด ESP8266	4.33	0.58	มาก
3. บอร์ด ESP8266 ใช้ในการเขียนโค้ดควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย	4.43	0.33	มาก
4. receiver ที่ใช้รับสัญญาณจากตัวรีโมท	4.00	0.00	มาก
5. แบตเตอรี่ lipo 12v	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.28	0.29	มาก
ด้านซอฟต์แวร์			
1. โปรแกรม Arduino IDE	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.58	มาก
โดยรวม	4.33	0.43	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.43) เมื่อ พิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ องค์ประกอบหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือ องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้านซอฟต์แวร์ ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) และด้านฮาร์ดแวร์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.29) ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินความพึงพอใจหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สายที่พัฒนาขึ้นให้นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 10 คน ได้ลองใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สายที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1.ด้านประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่	4.33	0.51	มาก
2.ด้านการใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่	4.28	0.53	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอยหุ่นยนต์ซูโม่	4.21	0.52	มาก
โดยรวม	4.27	0.52	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.52) เมื่อ พิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ซูโม่ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.51) ด้านการใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.53) และด้านประโยชน์ใช้สอยหุ่นยนต์ซูโม่ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.52) หลังจากได้ทดสอบการนำ หุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ไปใช้จริงนอกจากจากความพึงพอใจของนักศึกษา การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สาย เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ ให้ไปตามการบังคับควบคุมผ่านรีโมท ช่วยให้ผู้ใช้งานบังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย สามารถทำงานได้อย่างปกติ ไม่ขาดตกบกพร่อง ส่วนข้อจำกัดของหุ่นยนต์ซูโม่ คือแรงดันของมอเตอร์ยังน้อยเกินไปเวลาในการแข่งขันทำให้เวลาแข่งขันไม่สามารถดันสู้กับคู่แข่งได้ไม่นาน จึงจำเป็นต้องใช้มอเตอร์ที่มีแรงดันที่มีประสิทธิภาพสูง

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 รีโมทควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ประกอบด้วย 1) ส่วนควบคุมการเปิด/ปิดของตัวรีโมท 2) ส่วนควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์ 3) ส่วนควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

ประกอบด้วย มอเตอร์ 2 ตัว, มอเตอร์ไควร์ 2 ตัว, บอร์ด ESP8266 , receiver แบตเตอรี่ lipo 12v 2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย Arduino IDE สอดคล้องกับ สุพศิน ลุนบง , ญัฐพงศ์ พลสม (2560) [2] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ บังคับด้วยสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่าสามารถใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อโดยหุ่นยนต์สามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ได้โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.39) สอดคล้องกับ ญัฐชัย กัดไธสง , ญัฐพงศ์ พลสม [3] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย สามารถใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อได้ ให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล 2. ผลการประเมินคุณภาพของการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย รวมทั้งหมดทุกด้านอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D.= 0.48) 3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.50)

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย อยู่ในระดับมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะองค์ประกอบของหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย เป็นระบบที่ทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ สุพศิน ลุนบง , ญัฐพงศ์ พลสม [2] ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ บังคับด้วยสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่า สามารถใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อโดยหุ่นยนต์สามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ได้โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล

ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1.1 ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ซูโม่ เพื่อไปใช้ในการแข่งขันต่อไป
- 1.2 ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย ด้วยขบวนการพัฒนาที่เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

2. การวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการจัดทำคู่มือการใช้หุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สายสำหรับอาจารย์และนักศึกษา เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบรายละเอียดในการเรียน และสามารถศึกษาวิธีการใช้งานหุ่นยนต์ซูโม่บังคับแบบรีโมทด้วยเทคโนโลยีไร้สาย

เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.(2562). ได้จัดการแข่งขันหุ่นยนต์ซูโม่ BRU SUMO BATTLE. สืบค้น เมื่อ 4 กันยายน 2562.
จาก <http://science.bru.ac.th/>
- [2] สุพัติน ลุนบง , อนุรักษ์ พลสม (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์ซูโม่ บังคับด้วยสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- [3] อนุรักษ์ กัดโธสง ,อนุรักษ์ พลสม. (2561). การพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย.ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [4] อรพดี จุณิม. (2556). บทบาทของหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในยุค “Digital Economy”. หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยี สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์
- [5] บัณฑิต แก้วภูมิแห่ และธีรพงศ์ สุริโย. (2560). การพัฒนาระบบดูแลการเจริญเติบโตผักกาดในแปลงเกษตรทางมุ้ง (กรณีศึกษาผักคะน้า). ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [6] นคร สีนคา และอรรถพล วงศ์มัตย์. (2559).แบบจำลองลานจอดรถอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี RFID. โครงการสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [7] อนุรักษ์ พลสม(2562) ได้วิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตออฟริงส์ด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว. ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [8] Porsi, B., & Sinjanawat, J. (2018). การพัฒนาหุ่นยนต์สำรวจวัตถุระเบิดใต้ท้องรถยนต์.Vocational Education Central Region Journal, 2(1), 34-39.